

Feststoffmischen

Diskontinuierlicher Mischbetrieb mit bewegten Mischwerkzeugen und unterschiedlicher Partikelgröße

Das Mischen von Feststoffen ist in vielen Anwendungsfeldern der mechanischen Verfahrenstechnik zu finden. Feststoffmischen kann sowohl kontinuierlich als auch diskontinuierlich durchgeführt werden. In diesem Beitrag wird über ein aktuelles Forschungsvorhaben berichtet, dass sich sowohl mit Partikelgrößen von mehreren Millimetern, als auch mit Partikelgrößen kleiner einem Mikrometer im diskontinuierlichen Mischbetrieb beschäftigt.



Dipl.-Ing. Björn Daumann,
Universität Karlsruhe



Prof. Dr.-Ing. Hermann Nirschl,
Universität Karlsruhe

In unterschiedlichen Industriezweigen werden verschiedene Güter gemischt, wozu eine Vielzahl an verfahrenstechnischen Apparaten zur Verfügung stehen. Beispielsweise finden sich industrielle Feststoffmischverfahren in der Keramik-, Grundstoff-, Baustoff-, Pharma-, Kosmetik-, Futtermittel- und Lebensmittelindustrie wieder. Der Mischermarkt bietet eine Vielzahl an unterschiedlichen Baugruppen und Mischprinzipien an, so dass es selbst für Experten schwer ist, die bestmögliche Lösung für die gegebene Produktklasse zu finden. Nicht nur der Mischer allein ist bei der jeweiligen Auswahl zu berücksichtigen, sondern auch die notwendige Infrastruktur durch Schüttgutbunker, Förderbänder oder auch Wiegebänder machen einen Feststoffmischprozess zu einem eigenen großtechnischen Anlagenteil. Unter industriellen Aspekten spielt sehr oft die Firmenphilosophie, Erfahrung und/oder auch die Investitionskosten und Betriebskosten eine wichtige Rolle. In Zeiten steigender Energiekosten rückt der notwendige Energieverbrauch für einen Mischprozess immer mehr in den Vordergrund.

Zielhomogenität

Feststoffmischen ist definiert als das Verteilen einer oder mehrerer Feststoffkomponenten in einer Schüttgutmatrix. Voraussetzung für den Mischprozess bzw. das Verteilen der Komponenten ist eine Relativbewegung zwi-

schen den unterschiedlichen Produkten. Bei einem Feststoffmischprozess findet streng genommen keine Stoffumwandlung bzgl. physikalischer oder chemischer Partikeleigenschaften statt. Die Zielgröße, um überhaupt einen Mischprozess zu beschreiben, ist die Homogenität oder Mischgüte in einer vom Anwender definierten Probenmasse. Diese Zielhomogenität ist in möglichst kurzer Mischzeit/Verweilzeit zu erreichen. Hierzu sind Analysemethoden notwendig, die entweder Normen vorgeben oder anwenderbezogene Messgrößen sind. Die Beurteilung der Homogenität geschieht mit Hilfe statistischer Kenngrößen, die einen Vergleich unterschiedlicher Mischertypen erlauben.

Das Ziel ist durch möglichst eine Charakterisierungsgröße, hier der Dispersionskoeffizient, die systematische Überprüfung der Mischbarkeit bzw. auch das Agglomerationsverhalten von sehr groben bis ultrafeinen Produkten darzustellen. Die hier untersuchten Feststoffmischer werden nach Abb. 1 absatzweise betrieben. Diese diskontinuierlichen Feststoffmischer unterscheiden sich durch Mischintensität und Energieeintrag in das Versuchsprodukt.

Problemstellung beim Feststoffmischen Die feinste Komponente entscheidet

Die Studie hat gezeigt, dass der jeweilige Mischertyp oder das Mischwerkzeug bei unterschiedlichen Produkten nicht immer die

geeignete Wahl darstellt. Im Allgemeinen stellt die feinste Komponente in der Feststoffmischung die Komponente dar, die am schwierigsten zu homogenisieren bzw. zu



verteilen ist. Der Grund liegt in der wesentlich höheren Beweglichkeit der Feinkomponente. Die sehr groben Produkte haben Mischzeiten von weniger als 60 sec. Sobald jedoch der Feinanteil von etwa 10% auf 50% in der Mischung erhöht wird, ergibt sich eine deutliche Verlängerung der Mischzeit von mehr als 300 sec. Eine wesentliche Herausforderung ist die Verteilung einer geringen Konzentration von Feststoff in einem feindispersen Feststoff. Die Mischerhersteller liefern hierzu Intensivmischer oder Hochleistungsintensivmischer, die sich durch einen sehr hohen Energieeintrag auszeichnen, um eine optimale Homogenität zu erreichen.

Werden Partikel in trockenen Feststoffmischungen von wenigen Mikrometern bis Nanometern betrachtet, so haben die Partikelwechselwirkungen entscheidenden Einfluss auf die Endhomogenität. Im Rahmen dieser Arbeit konnte bei sehr geringer Zugabe von einem nanoskaligen Additiv zu einem nanoskaligen Feststoff belegt werden, dass sich die Mikrostruktur verändert. Dies führt zu einer neuen Charakterisierungsgröße für sehr feine Pulvermischungen. Die sich daraus ergebenden Versuchsergebnisse für grobe als auch feine Feststoffe nach Abb. 2 sollen darlegen, dass

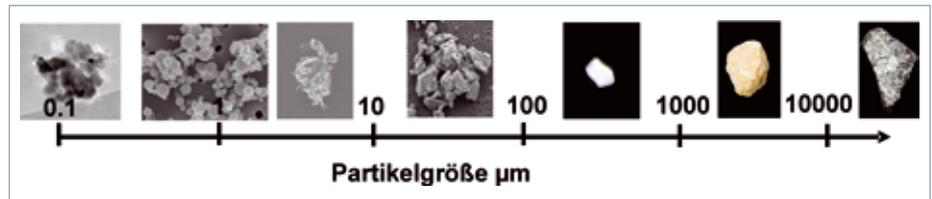


Abb. 1 Schaubilder der verwendeten diskontinuierlichen Mischertypen

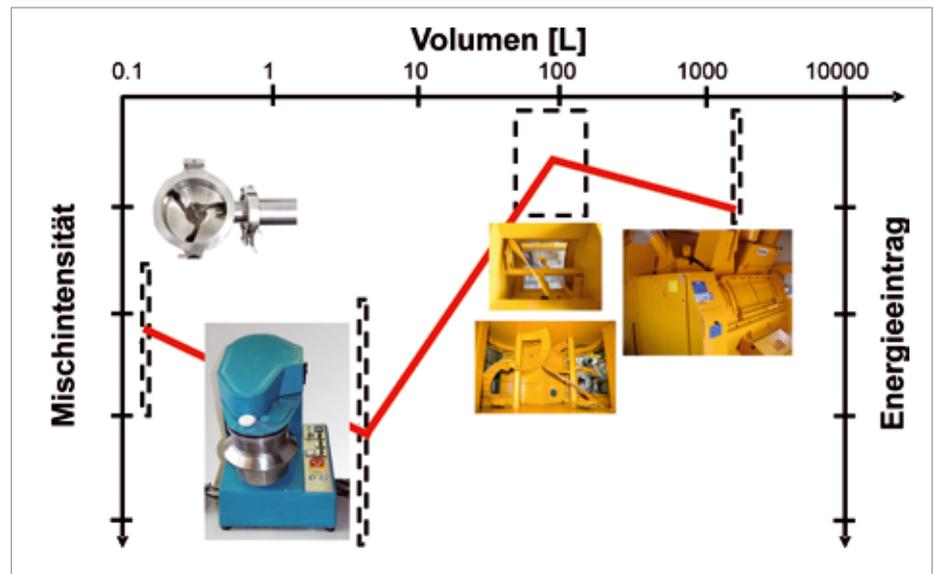


Abb. 2 Schaubilder der einzelnen verwendeten Produkte



zur Bestimmung von Stichproben unterschiedlicher Zusammensetzungen auch unterschiedliche Produkteigenschaften als Vergleichskriterien (Struktur, Agglomerationsverhalten, etc.) heranzuziehen sind, um den Anforderungen für die jeweilige Mischaufgabe gerecht zu werden.

Das durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft geförderte Vorhaben soll die Wissenslücke, welche sich beim Feststoffmischen von ultrafeinen Produkten ergibt, schließen helfen. Ergebnis dieses Projekts sollen Charakterisierungsgrößen sein, wie z.B. die fraktale Dimension, die Agglomeratgröße oder Homogenität, die die Bestimmungsgrößen für die Mischzeit darstellen. Weiterhin ist durch Konzentrationsmessungen an den Feststoffmischungen der Mischgüteverlauf bestimmbar, der eine Vergleichsmöglichkeit zwischen den charakteristischen Größen für nanoskalige Produkte erlaubt.

Ausblick

Nanoskalige Materialien sind bereits heute eine wichtige Komponente bei innovativen Produkten. Viele Nanokomposite liegen als Feststoff vor und werden in der Regel als niedrig konzentrierte Komponente in einen

Füllstoff oder eine Feststoffmatrix eingearbeitet. Ferner konnten durch die Experimente Möglichkeiten aufgezeigt werden, wie ultrafeine Feststoffkomponenten mit definierten Strukturen zu verbesserter Mischgüte bzw. Produkteigenschaften führen können. Dabei geht es um die Fragestellung, wie trockene Nanokomposite an den Grenzflächen so beeinflusst werden können, dass daraus eine gezielt eingestellte Mischungsstruktur resultiert. Entmischungerscheinungen in den Feststoffmischungen, aber auch unerwünschte Staumentwicklung während des Mischprozesses oder unerwünschte Haftkräfte von Nanopartikeln an den Behälterwänden führen immer wieder zu verminderten Produkteigenschaften und Produktausbeuten.

Kontakt

Björn Daumann
 Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Mechanik Universität
 Karlsruhe (TH)
 bjoern.daumann@mvm.uka.de